

ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ГРИБОВ В УСЛОВИЯХ ЛЕСНОГО АГРОЦЕНОЗА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БИОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ

Искусственное лесовосстановление является важной частью лесоводственных мероприятий, связанных с реабилитацией нарушенных лесов. Залогом успеха такой деятельности является качественный посадочный материал хвойных пород, получаемый в лесных питомниках. В то же время отмечается снижение качества сеянцев сосны обыкновенной, что связано с тератогенезом (наличием нарушений морфологии) сеянцев [1], вызванного применением пестицидов при проведении агротехнических мероприятий в лесных питомниках. Самоочищение почвы лесного питомника быстрыми темпами не происходит. Необходимо проведение специальных биоремедиационных мероприятий, ускоряющих процессы разложения остаточных количеств пестицидов. Известно, что от 10 до 90 % вносимых в почву пестицидов исчезает за счет деятельности микроорганизмов [2]. Таким образом, микробиологический способ очистки почвы от пестицидов является наиболее предпочтительным. В разложении пестицидов большую роль играют грибы-сапрофиты, способные трансформировать сложные пестициды. Конечно, эффективность разложения химических препаратов повышается в микробиологическом комплексе, состоящем из грибов, бактерий, актиномицетов. Но грибы – активная часть этого комплекса, имеющая широкую специализацию. Использование естественного комплекса микроорганизмов, которым обладает лесная подстилка, для активации процессов очищения почвы от отрицательной химической нагрузки имеет свои преимущества. К ним относятся простота внесения субстрата в загрязненную почву, наличие естественных сложившихся трофических связей внутри микробного сообщества, высокая концентрация активных микроорганизмов.

Интерес к эффективной адаптации грибного комплекса лесной подстилки в условиях

агроценоза также связан с тем, что хвойные растения являются микоризными видами. Несомненно, условия роста сеянцев в питомниках, где многолетние обработки пестицидами и удобрениями снижают специализированный грибной фон, будут улучшены при внесении и успешной адаптации грибов, способных образовывать микоризу.

При проведении эксперимента изучали состояние грибного комплекса из трех видов лесной подстилки, отобранной из насаждений: березового, соснового и смешанного по породному составу (сосна, береза). Цель исследования состояла в том, чтобы установить: 1) характер изменения численности грибов при внесении лесной подстилки в почву лесного агроценоза; 2) вид лесной подстилки, грибы которой способны успешнее всего адаптироваться в почве питомника.

Исследование численности грибов проводилось в условиях мелкоделяночных опытов, заложенных в лесном питомнике Березовского лесничества в разные годы. Эксперименты проводились на фоне пестицидного загрязнения. В целом были заложены три опыта одинакового содержания, но в разные годы: опыт 1 – с 2006 по 2007 гг.; опыт 2 – с 2009 по 2010 г.; опыт 3 – с 2013 по 2014 гг. Каждый опыт состоял из четырех вариантов, представленных в виде опытных площадок размером 1 м². Весной перед посевом сосны в почву трех опытных площадок на глубину 10–15 см вкапывалась лесная подстилка из березового, соснового и смешанного (сосна, береза) насаждений в дозе 20 кг/м². Контролем служила площадка без добавления лесной подстилки. Сеянцы выращивались два года, за ними осуществлялись необходимые агротехнические уходы. Затем сеянцы сортировались на группы – нормальный и тератоморфный фенотипы.

Отбор образцов почвы для определения численности грибов производили дважды в год – в начале (июнь) и в конце (август – начало сентября) вегетационного периода. До того как лесная подстилка была внесена в почву, из каждого ее вида был отобран образец для учета исходного количества грибов. Для определения количества грибов в контрольном варианте был также отобран почвенный образец прямо в питомнике в те же сроки, что и в вариантах с лесной подстилкой. Учет количества грибов проводили при определении общего количества микроорганизмов – грибов, бактерий и актиномицетов – методом высева почвенного мелкозема на агаризированную воду и прямого подсчета под микроскопом (метод Д. М. Новогрудского) [3].

Несмотря на повторение одинакового содержания вариантов опытов, в трех экспериментах, проведенных в разные годы, количество грибов не было постоянным. На активность грибов могли повлиять погодные условия, а также наличие источников питания. При проведении мероприятий по биоремедиации загрязненной почвы питомника одним из источников питания для микробов могут быть сложные органические вещества, какими являются пестициды. Это подтверждается результатами эксперимента: выход сеянцев нормального фенотипа значительно увеличивался (до 40–64 % – в варианте с лесной подстилкой против 2–24 % – в контроле) при внесении лесных микроор-

ганизмов в двух из трех опытов. В целом отмечаются колебания численности грибов: их доля в условиях лесного питомника изменялась от 9 до 31 %. Показано, что собственно количество грибов не влияет на увеличение доли сеянцев сосны нормального фенотипа, поскольку разложение сложной органики искусственного происхождения – это комплексный процесс, состоящий из нескольких стадий кооперативной деятельности всего микробсообщества.

Для оценки потенциальной способности к успешной адаптации грибного комплекса разных видов лесной подстилки в условиях лесного питомника проследили, как изменяется численность грибов при пребывании их в пахотной почве в течение двух лет относительно исходного количества в подстилке перед ее внесением. Нестабильное содержание грибов отмечается в контроле и в варианте с лесной подстилкой из соснового насаждения. В последнем варианте число грибов относительно исходного их количества к концу экспериментов или не увеличивается, или падает. Наиболее стабильно в этом плане показал себя вариант с внесением лесной подстилки из березового насаждения – накопление грибных микроорганизмов неизменно происходило в трех поставленных экспериментах. В случае с применением лесной подстилки из смешанного насаждения грибы успешно адаптировались в двух из трех опытов, что дает возможность также рекомендовать ее для использования в лесном питомнике.

Список литературы

1. Фрейберг И. А., Ермакова М. В., Стеценко С. К. Модификационная изменчивость сосны обыкновенной в условиях пестицидного загрязнения. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 74 с.
2. Ананьева Н. Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. М.: Наука, 2003. 223 с.
3. Разумовская З. Г., Чижик Г. Я., Громов Б. В. Лабораторные занятия по почвенной микробиологии. Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1960. 184 с.

S. K. Stetsenko

Botanical Garden UrB RAS, Ekaterinburg
e-mail: stets_s@mail.ru

CHANGING OF THE NUMBER FUNGI IN THE SOIL OF THE FOREST NURSERY AT THE BIOREMEDIATION USING OF FOREST LITTER

Summary. The study of the processes of adaptation of fungi belonging to the microbocenosis of forest litter is important in terms of improving

the enabling environment for coniferous species seedlings in forest nurseries. On the one hand, the fungi are involved in the cooperative action of mi-

crobocenosis during decomposition of pesticides and their residual amounts accumulated from agricultural activities. On the other hand – the successful adaptation of fungi in the rhizosphere will create favorable conditions for the growth of seed-

lings. The study of changes in the number of fungi in three field experiments have shown that the ability to more successfully to adapt in the soil of the forest nursery fungi complexes of forest litter taken from birch and mixed stands.

Г. Н. Табаленкова, Т. К. Головки

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

г. Сыктывкар, Россия

e-mail: tabalenkova@ib.komisc.ru

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И АМИНОКИСЛОТЫ В ТАЛЛОМАХ ЛИШАЙНИКОВ ПОДЗОНЫ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ*

Лишайники являются неотъемлемым компонентом многих экосистем и растительных сообществ. Для таежной зоны Республики Коми известно 866 видов лишайников [5, 6]. Наиболее разнообразно представлены виды семейства *Lecanoraceae* (12,5 % от всего видового состава), крупными являются семейства *Parmeliaceae* (9,2 %) и *Cladoniaceae* (6,9 % видов). Бореальный характер лишайнобиоты проявляется и в спектре ведущих по численности родов. Высокое положение в нем занимают для таежных лесов роды (*Cladonia*, *Lecanora*, *Caloplaca*, *Peltigera*, *Micarea*, *Lecidea*).

Лишайники – это устойчивая, саморегулирующаяся ассоциация гриба и водорослей, между которыми осуществляется постоянный обмен веществами [2]. Фотобионт (зеленая водоросль и/или цианобактерии) снабжает гриб органическим углеродом и азотом, микобионт обеспечивает водоросль водой и некоторыми минеральными элементами. Для лишайников в целом и для каждого из их компонентов в отдельности характерен особый тип метаболизма, во многом отличающийся от свободноживущих грибов и водорослей [4]. Поэтому важно расширить представления о разнообразии лишайников, дополнив сведениями об их биохимическом составе и особенностях обмена веществ.

В настоящей работе представлены данные о содержании биологически важных элементов и аминокислот в талломах 18 видов лишайников, в том числе представители рода *Peltigera* – 10 видов, *Cladonia* – 2 вида и *Cetraria* – 2 вида.

Образцы талломов отбирали в летний период в Сыктывдинском, Княжпогостском и Троицко-Печорском районах Республики Коми, высушивали и измельчали. Азот и углерод определяли с помощью элементного CHNS-О анализатора (EA-1110 Италия), микро- и макроэлементы – после минерализации проб с применением метода оптической эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой на приборе «SPECTRO CIROS-CCD», белковые аминокислоты – на анализаторе (AAA T-339) после гидролиза навески в 6N HCl при 105 °C в течение 24 ч. Свободные аминокислоты определяли в лиофильно высушенном материале на анализаторе AAA-400 (Чехия) после извлечения их 70 % этанолом. Определения проводили по сертифицированным методикам в аккредитованной экоаналитической лаборатории Института биологии в двух аналитических и трех биологических повторностях.

Талломы лишайников характеризовались довольно стабильным содержанием углерода, концентрация C в сухой биомассе всех видов находилась в пределах 350–420 мг/г. Содержание макроэлементов Ca, Mg, K, P, N варьировало довольно значительно (коэффициент C_v составлял 50–80 %). Наибольшие различия между видами отмечены в накоплении кальция и магния. Максимальные концентрации Ca (8,6 мг/г сухой массы) были выявлены в талломах *Parmelia sulcata*, Mg (3,4 мг/г сухой массы) – у *Peltigera rufescens*.

В талломах всех видов лишайников были обнаружены Fe, Al, Mn, Na, Zn, B, Cu, Cd. Од-